

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-082615

(43)Date of publication of application : 21.03.2000

---

(51)Int.Cl. H01F 17/00

H01F 41/04

---

(21)Application number : 11-190760 (71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 05.07.1999 (72)Inventor : UCHIKOBA FUMIO  
ANPO TOSHIYUKI

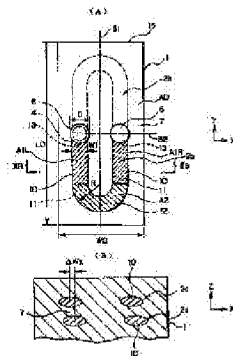
---

(30)Priority

Priority	10189555	Priority	06.07.1998	Priority	JP
number :		date :		country :	

---

(54) INDUCTOR ELEMENT AND ITS MANUFACTURE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inductor element for suppressing any deviation in lamination without complicating a manufacturing process even when the element is made compact, and a method for manufacturing this inductor element.

SOLUTION: This inductor element is provided with plural insulating layers 7, coil pattern units 2a and 2b formed among the insulating layers 7, and connecting part 6 for connecting the upper and lower coil pattern units parted by the insulating layers like a coil. The coil pattern units 2a and 2b are provided with two straight patterns 10

almost in parallel and a curved pattern 12 for connecting first end parts 11 of those straight patterns. When the total of the plane arrow view side areas of the two straight patterns 10 is obtained as A1 and the plane arrow view side area of the curved pattern 12 is obtained as A2, A1/A2 is set in a range of 1.45-1.85 or it is desired that A1/A2 is set in a range of 1.55-1.75. When the plane arrow view side whole area of one block unit 15 of an insulating layer containing one coil pattern units 2a and 2b is set as A0, (A1+A2)/A0 is set in a range of 0.10-0.30, or it is desired that (A1 + A2)/A0 is set in a range of 0.13-0.20.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of  
application other than the  
examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] it forms between the insulating layer of a double layer, and said insulating layer, respectively -- having -- abbreviation -- with two parallel straight-line-like patterns It has the curve-like pattern which connects the 1st edge of a these straight-lines-like pattern. The conductive coil pattern unit which has  $A1/A2$  in the range of 1.45-1.85 when the sum total of the flat-surface view lateral area of said two straight-line-like patterns is set to  $A1$  and the flat-surface view lateral area of said curve-like pattern is set to  $A2$ , The inductor component which is formed in the 2nd edge of said straight-line-like pattern, and has the connection which connects to a coiled form the coil pattern unit of the upper and lower sides divided with said insulating layer.

[Claim 2] The inductor component according to claim 1 which has  $(A1+A2) / A0$  in the range of 0.10-0.30 when the whole surface product by the side of the flat-surface view of the lot unit of the insulating layer in which said one coil pattern unit is included is set to  $A0$ .

[Claim 3] The inductor component according to claim 1 which has  $R$  in the range of  $W1/1 / 2 - 4/5$  when line breadth of said straight-line-like pattern is set to  $W1$  and the radius of curvature of the periphery section of said curve-like pattern is set to  $R$ .

[Claim 4] Two coil pattern units located up and down through said insulating layer are inductor components according to claim 1 arranged in the axial symmetry location to the center line which divides the longitudinal direction of the insulating layer seen from the flat-surface view side.

[Claim 5] Said coil pattern unit is an inductor component according to claim 1 which is a pattern symmetrical with a line to the center line which divides the cross direction of the insulating layer seen from the flat-surface view side.

[Claim 6] The inductor component according to claim 1 for which said two or more coil pattern units are arranged between said insulating layers.

[Claim 7] the process which forms the green sheet used as an insulating layer, and abbreviation -- with two parallel straight-line-like patterns It has the curve-like pattern which connects the 1st edge of a these straight-lines-like pattern. When the sum total of the flat-surface view lateral area of said two straight-line-like patterns is set to  $A1$  and the flat-surface view lateral area of said curve-like pattern is set to  $A2$  The process which forms in the front face of said green sheet the conductive coil pattern unit which has  $A1/A2$  in the range of 1.45-1.85, The manufacture approach of an inductor component of having the process

which connects to a coiled form the coil pattern unit of the upper and lower sides which carried out the laminating of two or more green sheets with which said coil pattern unit was formed, and were divided with said green sheet, and the process which calcinates said green sheet by which the laminating was carried out.

[Claim 8] The manufacture approach of an inductor component according to claim 7 of having the process which cuts said green sheet by which the laminating was carried out before said baking process so that said one coil pattern unit may be included.

[Claim 9] The manufacture approach of an inductor component according to claim 7 of having the process which cuts said green sheet by which the laminating was carried out before said baking process so that two or more said coil pattern units may be included.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to an inductor component and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In electronic equipment, a commercial scene always has the demand of the miniaturization, and the miniaturization is required also about the components used for electronic equipment. The electronic parts which had lead wire from the first have shifted to the so-called chip without lead wire with progress of a surface mount technology. In the component which uses ceramics, such as a capacitor and an inductor, as a main configuration member, it is manufactured by performing simultaneous baking of a ceramic and a

metal using a sheet method of construction, a screen-stencil technique, etc. on the basis of a thick-film formation technique, the utilization possessing an inner conductor of monolithic structure is attained, and the configuration is made still smaller.

[0003] In order to manufacture the inductor component of such a chip configuration, the process shown below is adopted.

[0004] First, ceramic powder is mixed with solutions into which it went, such as a binder and an organic solvent. The cast of this mixed liquor is carried out with a doctor blade method etc. on a PET film, and a dozens of micrometers – hundreds of micrometers green sheet is obtained. Next, the through hole for using the processing methods, such as machining or laser beam machining, for this green sheet, and connecting between the coil pattern units of a different layer to it is formed. Thus, silver or silver-palladium conductive paste is applied to the obtained green sheet by screen-stencil, and the conductive coil pattern unit equivalent to an inner conductor is formed. At this time, a paste is filled also in a through hole and electrical installation between layers is planned.

[0005] The predetermined number-of-sheets laminating of these green sheets is carried out, this is stuck by pressure under suitable temperature and a pressure, it carves into the part equivalent to each chip after that, and a debinder, baking, etc. are heat-treated. Barrel finishing of this sintered compact is carried out, the silver paste for forming a terminal electrode after that is applied, and it heat-treats again. Coats, such as tin, are given to this by electrolytic plating. Coil structure can be realized through the above process inside the insulator which consisted of ceramics, and an inductor component is produced.

[0006] Also in such an inductor component, the demand of a miniaturization progressed further, it is the so-called chip size, the mainstream moved from 3216 (3.2x1.6x0.9mm) configurations to the small thing of 2012 (2.0x1.2x0.9mm), 1608 (1.6x0.8x0.8mm), etc., and the thing of the chip size of 1005 (1x0.5x0.5mm) has recently been put in practical use. In the flow of such a miniaturization, in order to be stabilized and to obtain the thing of high quality, the dimensional accuracy (path clearance) imposed on each process is becoming severe gradually.

[0007] For example, in the inductor component of the chip size of 1005, the gap in the laminating in each inner conductor layer is not allowed to exceed at least 30 micrometers. When this is exceeded, dispersion remarkable in an inductance or an impedance is produced, and an inner

conductor may be exposed when extreme.

[0008] In the case of the inductor component of the conventional, comparatively large chip size, although, in about 1005 chip size, a laminating gap does [ the effect on the property by this laminating gap did not come to actualize ] big effect to a component property.

[0009] With the former comparatively large inductor component of size, the coil pattern configuration of the inner conductor in each class is made into L typeface and the inverted-L character form. And the laminating of L typeface pattern and the inverted-L character form pattern was carried out by turns, the through hole was established in the edge of these patterns, the pattern between layers was connected, and the start edge and termination of a coil which are formed by doing in this way are connected to the pattern for drawers.

[0010] However, in order to obtain the inductor component of the small size of 1005 molds etc., when the coil pattern configuration of the inner conductor in each class was made into L typeface and an inverted-L character form and the coil pattern was only made small, it became clear by this invention person's etc. experiment that the laminating gap between inner conductors progressed remarkably.

[0011] In the case of the inductor component of small size, it is thought that the reason a laminating gap progresses is as follows. That is, in order to obtain a predetermined inductance and an impedance with the miniaturization of a chip size, many number of turns of a coil must be taken and, for that purpose, thickness of a neighboring ceramic layer must be further made thin. Furthermore, it is not allowed to require that the resistance of an inner conductor should be low and to make conductor thickness thin by the same ratio as a ceramic sheet. For this reason, that a chip size becomes small brings a result which produces remarkable non-flattening of the green sheet after printing.

[0012] consequently -- if a laminating is carried out to the piled-up green sheet, putting a pressure -- the green sheet itself -- receiving -- a comparatively hard conductor -- the sections oppose and suit and they produce a remarkable laminating gap as the result. Especially, both the green sheets by which the laminating was carried out in the printing pattern based on the conventional L typeface will be aslant pushed in three dimensions through an inner conductor, and it is promoting the laminating gap. Such a phenomenon has been the technical problem along which it cannot pass if it avoids for stabilization of the quality of a component, so that the miniaturization of the chip size of a component progresses.

[0013] Various proposals are made to this technical problem. For example,

in JP,6-77074,A, it is indicated that press the green sheet after printing beforehand and it carries out flattening. Moreover, the same concave as a conductor pattern is beforehand given to a ceramic sheet, conductive paste is printed to this concave, and the approach of carrying out flattening of the ceramic sheet which includes a conductor as a result is indicated by JP,7-192954,A. Moreover, from a ceramic sheet, the laminating of other ceramic sheets is carried out, they are stuck to JP,7-192955,A by pressure, without exfoliating a PET film, a film is removed after that, and the approach of repeating this is indicated. This approach is considered to be the means which prevents a laminating gap as a result using there being little deformation of a PET film. Moreover, in JP,6-20843,A, two or more breakthroughs are prepared along with the periphery of a printed conductor, and the approach of distributing the pressure at the time of sticking by pressure is indicated.

[0014] According to the approach indicated by each above-mentioned official report, a process will be further added to the laminating approach of the conventional ceramic sheet, or modification will be added substantially. Moreover, if it stands on the position of productivity, it will become more complicated than the conventional approach.

[0015]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention aims at offering the inductor component which can suppress a laminating gap, and its manufacture approach, without complicating a production process, even if it is made in view of such the actual condition and miniaturizes a component.

[0016]

[Means for Solving the Problem] this invention person etc. came to complete a header and this invention for the ability of a laminating gap to be controlled with devising the pattern configuration of the coil pattern unit formed between the insulating layers of a component, as a result of examining wholeheartedly the inductor component and its manufacture approach of the small size which can suppress a laminating gap, without complicating a production process.

[0017] that is, the inductor component concerning this invention is formed between the insulating layer of a double layer, and said insulating layer, respectively -- having -- abbreviation -- with two parallel straight-line-like patterns It has the curve-like pattern which connects the 1st edge of a these straight-lines-like pattern. When the sum total of the flat-surface view lateral area of said two straight-

line-like patterns is set to  $A1$  and the flat-surface view lateral area of said curve-like pattern is set to  $A2$   $A1/A2$  -- 1.45-1.85 -- preferably with 1.55-1.75, and the conductive coil pattern unit that is in the range of 1.62-1.68 still more preferably It is formed in the 2nd edge of said straight-line-like pattern, and has the connection which connects to a coiled form the coil pattern unit of the upper and lower sides divided with said insulating layer.

[0018] When  $A1/A2$  are smaller than 1.45, as compared with the area of a curve-like pattern, it is too small, and as a result, the cross section of a coil becomes small and the area of a straight-line-like pattern is in the inclination that an inductance cannot fully be taken. When  $A1/A2$  are larger than 1.85, the area of a straight-line-like pattern is too large as compared with the area of a curve-like pattern, and is in the inclination a laminating gap becomes easy to produce in the direction which carries out an abbreviation rectangular cross to the longitudinal direction of a straight-line-like pattern.

[0019] the case where the whole surface product by the side of the flat-surface view of the lot unit of the insulating layer in which said one coil pattern unit is included is preferably set to  $A0$  in this invention --  $(A1+A2) / A0$  -- 0.10 to 0.30 -- desirable -- 0.13 to 0.20 -- it is in the range of 0.15-0.17 still more preferably.

[0020] When  $(A1+A2) / A0$  is smaller than 0.10, the area of the coil unit pattern for constituting a coil is too small as compared with the area of an insulating layer, and it is not desirable from direct current resistance becoming large too much. When  $(A1+A2) / A0$  is larger than 0.30, it is in the inclination which the coil cross section becomes small, and will become if it becomes impossible to take a required inductance.

[0021] In this invention, when line breadth of said straight-line-like pattern is set to  $W1$  and the radius of curvature of the periphery section of said curve-like pattern is set to  $R$ , it is in the range of  $3/5 - 2/3$  preferably [ it is desirable and ] in  $W1/R1 / 2 - 4/5$ , and a pan.

[0022] In being smaller than one fourth,  $W1/R$  has the too narrow line breadth of a straight-line-like pattern, and is in the inclination for a laminating gap to tend to progress. the case where the straight-line-like pattern located in an upper layer side and the straight-line-like patterns located in a lower layer side overlap when this had the narrow line breadth of a straight-line-like pattern -- the longitudinal direction of a straight-line-like pattern -- abbreviation -- it thinks for a layer to become easy to shift in the right-angled direction.



Moreover, in being larger than four fifths, the path of the coil obtained inside a component since the path of a curve-like pattern becomes small and the line breadth of a pattern becomes thick becomes small, and  $Wl/R$  is in the inclination for a desired inductance property not to be acquired.

[0023] As for two coil pattern units located up and down through said insulating layer, in this invention, it is desirable to arrange in the axial symmetry location to the center line which divides the longitudinal direction of the insulating layer seen from the flat-surface view side. Thus, by arranging, a laminating gap can obtain few inductor components, acquiring a desired inductor property.

[0024] Moreover, as for said coil pattern unit, it is desirable that it is a pattern symmetrical with a line to the center line which divides the cross direction of the insulating layer seen from the flat-surface view side. By considering as such a pattern, a laminating gap can obtain few inductor components.

[0025] In this invention, two or more coil pattern units may be arranged between said insulating layers. Thus, by arranging two or more coil pattern units, the inductor array component which has two or more coils in the interior of a single component can be obtained.

[0026] The process which forms the green sheet with which the manufacture approach of the inductor component concerning this invention serves as an insulating layer, It has two parallel straight-line-like patterns and the curve-like pattern which connects the 1st edge of a these straight-lines-like pattern. abbreviation -- When the sum total of the flat-surface view lateral area of said two straight-line-like patterns is set to  $A1$  and the flat-surface view lateral area of said curve-like pattern is set to  $A2$  The process which forms in the front face of said green sheet the conductive coil pattern unit which has  $A1/A2$  in the range of 1.45-1.85, The laminating of two or more green sheets with which said coil pattern unit was formed is carried out, and it has the process which connects to a coiled form the coil pattern unit of the upper and lower sides divided with said green sheet through a through hole, and the process which calcinates said green sheet by which the laminating was carried out.

[0027] The manufacture approach concerning this invention may have the process which cuts said green sheet by which the laminating was carried out before said baking process so that said one coil pattern unit may be included.

[0028] Moreover, the manufacture approach concerning this invention may have the process which cuts said green sheet by which the laminating was

carried out before said baking process so that two or more said coil pattern units may be included.

[0029] The inductor component which can suppress a laminating gap can be obtained without according to the manufacture approach concerning such this invention, complicating a production process, even if it miniaturizes a component.

[0030]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is further explained to a detail with reference to an accompanying drawing. In here, the inductor component concerning 1 operation gestalt of this invention drawing 1 a part A decomposition perspective view, The top view of the coil pattern unit by which a laminating is carried out to the interior of the inductor component which shows drawing 2 (A) to drawing 1, The important section sectional view where drawing 2 (B) meets the IIB-IIB line of drawing 2 R> 2 (A), The perspective view of the green sheet used for the manufacture process of the inductor component which drawing 3 (A) and drawing 3 (B) require for 1 operation gestalt of this invention, The top view of the coil pattern unit by which a laminating is carried out to the interior of the inductor component which drawing 4 R> 4 (A) requires for one example of this invention, The top view, drawing 5 (A), and drawing 5 (B) of the coil pattern unit by which a laminating is carried out to the interior of the inductor component concerning the example of a comparison of this invention drawing 4 (B) The top view of the coil pattern unit by which a laminating is carried out to the interior of the inductor component which starts the example of a comparison of this invention, respectively, and drawing 6 are the 1 partial-solution perspective views of the inductor component concerning other operation gestalten of this invention.

[0031] As shown in 1st operation gestalt drawing 1, the inductor component concerning this operation gestalt has the component body 1. The terminal electrodes 3a and 3b are united with the ends of the component body 1, respectively. The laminating of coil pattern unit 2a and the 2b has been carried out to the interior of the component body 1 by turns through the insulating layer 7. With this operation gestalt, 2d of coil pattern units which have connected to one terminal electrode 3a the edge of coil pattern unit 2c which has carried out the laminating to the topmost part, and have carried out the laminating to the bottom is connected to other-end child electrode 3b. These coil pattern unit 2a, 2b, and 2c and 2d, it has connected through the through hole 4 currently formed in the insulating layer 7, and the coil 2 is constituted as a whole.

[0032] The insulating layer 7 which constitutes the component body 1 consists of dielectrics, such as the magnetic substance, such as a ferrite and ferrite glass composite material, or alumina glass composite material, and glass ceramics, etc. It consists of metals, such as silver, palladium, or these alloys, coil pattern unit 2a, 2b, and 2c and 2d. the sintered compact with which the terminal electrodes 3a and 3b are mainly concerned with silver -- this -- plating coats, such as copper, nickel, tin, and a tin lead alloy, are given sober. The terminal electrodes 3a and 3b may consist of the monolayers or double layers of these metals.

[0033] As shown in drawing 2 (A), coil pattern unit 2a and 2b which are arranged in the medium of the component body 1 from a flat-surface view side -- seeing -- as a whole -- the abbreviation configuration for U characters -- having -- abbreviation -- it has two parallel straight-line-like patterns 10, the curve-like pattern 12 which connects the 1st edge 11 of the these straight-lines-like pattern 10, and the connection 6 currently formed in the 2nd edge 13 of the straight-line-like pattern 10.

[0034] With this operation gestalt, as shown in drawing 2 (A), an insulating layer 7 is seen from a flat-surface view side, and it has the long and slender partition unit 15 in a longitudinal direction, and although especially the width of face W0 is not limited, it is 1.6-0.3mm and longwise [ the / L0 ] is about about 3.2 to 0.6-time die length to W0.

[0035] Each coil pattern unit 2a or 2b is a pattern symmetrical with a line on the horizontal cross section in an insulating layer 7 to the center line S1 which divides the cross direction of the partition unit 15. Moreover, coil pattern unit 2a of 1 of arbitration and coil pattern unit 2b located in a lower layer or upper layer side through an insulating layer 7 to the coil pattern 2a are arranged in a line symmetric position to the center line S2 which divides the longitudinal direction of the partition unit 15.

[0036] the connection 6 of each coil pattern unit 2a or 2b -- this operation gestalt -- from a flat-surface view side -- seeing -- circular -- the outer diameter D -- a line -- it is more slightly [ than the width of face W1 of a pattern 10 ] large. Although especially D/W1 is not limited, it is 1.2-1.3 preferably [ it is desirable and ] to 1.1-1.5, and a pan.

[0037] When its attention is paid to coil pattern unit 2a, the connection 6 of one of these is connected to the connection of 1 of coil pattern unit 2b located in a right above layer through the through hole where it has connected with the connection of 1 of coil pattern unit 2b

located in a direct lower layer through the through hole 4, and the graphic display abbreviation of the connection 6 of another side of coil pattern unit 2a has been carried out. Thus, as coil pattern unit 2a and 2b are shown in drawing 1 by connecting spirally through a connection 6 and a through hole 4, the small coil 2 is formed in the interior of the component body 1.

[0038] With this operation gestalt, in each coil pattern 2a or 2b, when the sum total of flat-surface view lateral area  $A1R$  of two straight-line-like patterns 10 except the area of a connection 6 and  $A1L$  is set to  $A1$  and the flat-surface view lateral area of the curve-like pattern 12 is set to  $A2$ ,  $A1/A2$  are in the range of 1.45-1.85. In order to consider as such range, with this operation gestalt, the curve-like pattern 12 has the radii configuration of  $1/n$ , and  $n$  is in the range of 2-4. In addition,  $1/n$  radii mean the radii whose radii length is  $1/[\text{of the periphery of all circles}] \times n$ .

[0039] Moreover, with this operation gestalt, when coil pattern unit 2a or 2b sets to  $A0 (=L0 \times W0)$  the whole surface product by the side of the flat-surface view of the lot unit 15 of the insulating layer 7 contained one,  $(A1+A2) / A0$  is in the range of 0.13-0.20.

[0040] Furthermore, with this operation gestalt, in coil pattern unit 2a or 2b, when line breadth of the straight-line-like pattern 10 is set to  $W1$  and the radius of curvature of the periphery section of the curve-like pattern 12 is set to  $R$ ,  $R$  is in the range of  $W1/1 / 4 - 4/5$ . In addition, although especially the line breadth  $W1$  of the straight-line-like pattern 10 is not limited, it is desirable that it is about  $W1/W0=1 / \text{four to } 1/8$  to the breadth  $W0$  of the lot unit 15 of an insulating layer 7.

[0041] this operation gestalt show coil pattern unit 2a, the pattern configuration of 2b, and arrangement to drawing 2 (B) by set up so that it may become the range with which be satisfied of the above-mentioned numerical relation -- as -- especially -- a line -- laminating gap  $\Delta Wx$  to the direction  $X$  which intersect perpendicularly to the longitudinal direction  $Y$  of a pattern 10 can be make small compared with the former. moreover -- this operation gestalt -- a line -- laminating gap  $\Delta Wy$  in alignment with the longitudinal direction  $Y$  of a pattern 10 is small from the first as compared with  $\Delta Wx$ .

[0042] in addition, the line in coil pattern 2a (or 2b) by which a laminating is carried out to laminating gap  $\Delta Wx$  of the direction of  $X$  in the direction  $Z$  of a laminating (the vertical direction) through an insulating layer 7 in this invention as shown in drawing 2 (B) -- the direction gap of  $X$  of the center position between pattern 10 is meant.

Moreover, although laminating gap  $\Delta Y$  of the direction of Y does not illustrate, it means a gap of the direction of Y of the center position between connection 6 in coil pattern 2a (or 2b) by which a laminating is carried out in the direction Z of a laminating (the vertical direction) through an insulating layer 7.

[0043] Next, the manufacture approach of the inductor component shown in drawing 1 is explained. As shown in drawing 3 (A) and drawing 3 (B), the green sheets 17a and 17b used as an insulating layer 7 are prepared first. Green sheets 17a and 17b mix ceramic powder with solutions into which it went, such as a binder and an organic solvent, form slurry liquid, apply and dry this slurry liquid with a doctor blade method etc. on base films, such as a PET film, and are obtained by exfoliating a base film etc. Although especially the thickness of a green sheet is not limited, it is dozens of micrometers – about hundreds of micrometers.

[0044] Especially as ceramic powder, although not limited, ferrite powder, ferrite glass composite material, glass alumina composite material, glass ceramics, etc. are used, for example. Especially as a binder, although not limited, butyral resin, acrylic resin, etc. are used. Toluene, a xylene, isobutyl alcohol, ethanol, etc. are used as an organic solvent.

[0045] Next, the through hole 4 for using the processing methods, such as machining or laser beam machining, for these green sheets 17a and 17b, and connecting between coil pattern unit 2a of a different layer and 2b to them is formed by the predetermined pattern. Thus, silver or silver-palladium conductive paste is applied to the obtained green sheets 17a and 17b by screen-stencil, and two or more conductive coil pattern unit 2a or 2bs are formed in the shape of a matrix. At this time, a paste is filled also in a through hole 4. The configuration of each coil pattern unit 2a and 2b is the same as the configuration of pattern 2a and 2b which are shown in drawing 2 (A). Although coil pattern unit 2a and especially the spreading thickness of 2b are not limited, they are usually about 5-40 micrometers.

[0046] The predetermined number-of-sheets laminating of these green sheets 17a and 17b is carried out by turns, this is stuck by pressure under suitable temperature and a pressure, and it carves into the part equivalent to each component body 1 along with cutting plane lines 15H and 15V after that. With this operation gestalt, a laminating green sheet is cut and the Green chip equivalent to the component body 1 is obtained so that one pattern unit 2a or 2b may enter in one partition unit 15 of green sheets 17a or 17b. In addition, the laminating also of the green sheet with which the coil pattern units 2c or 2d shown in

drawing 1 in addition to green sheet 17a and 17b were formed actually is carried out with green sheets 17a and 17b. Moreover, a coil pattern unit also adds the green sheet which is not formed at all if needed, and a laminating is carried out, and it is stuck by pressure.

[0047] Since it has set up so that the configuration of coil pattern unit 2a currently formed in the front face of green sheets 17a and 17b, respectively and 2b and arrangement may be satisfied with this operation gestalt of the numerical range mentioned above, on the occasion of sticking by pressure of green sheets 17a and 17b, laminating gap  $\Delta W_x$  of the direction of X is small compared with the former. Of course, laminating gap  $\Delta W_y$  of the direction of Y is also small.

[0048] Then, debinder processing, baking, etc. of the Green chip are heat-treated. Although especially the ambient temperature in debinder processing is not limited, it is about [ 150-250 degrees ] C. Moreover, although especially burning temperature is not limited, it is about [ 850-960 degrees ] C.

[0049] Then, barrel finishing of the both ends of the obtained sintered compact is carried out, the silver paste for forming after that the terminal electrodes 3a and 3b shown in drawing 1 is applied, and it heat-treats again, and further, coats, such as tin and a tin-lead alloy, are given by electrolytic plating, and the terminal electrodes 3a and 3b are obtained. A coil 2 can be realized through the above process inside the component body 1 which consisted of ceramics, and an inductor component is produced.

[0050] With the inductor array component (a kind of an inductor component) concerning the 2nd operation gestalt book operation gestalt, as shown in drawing 6 , along with the longitudinal direction of the component body 101, two or more coils 102 are arranged inside the single component body 101. Corresponding to each coil 102, two or more terminal electrodes 103a and 103b are formed in the side edge section of the component body 101.

[0051] Although the inductor array component of this operation gestalt shown in drawing 6 is the point that two or more coils 102 are formed in the interior of the component body 101 and it differs from the inductor component shown in drawing 1 , the configuration of each coil 102 is the same as that of the coil shown in drawing 1 , and does the same operation effectiveness so.

[0052] The manufacture approach of the inductor array component shown in drawing 6 is almost the same as the manufacture approach of the inductor component shown in drawing 1 , and in case the green sheets 17a and 17b shown in drawing 3 (A) and drawing 3 (B) are cut behind a laminating,

only the point cut so that two or more pattern unit 2a and 2b may remain in the green sheet after cutting is different.

[0053] in addition, this invention is not limited to the operation gestalt mentioned above, but within the limits of this invention, can be boiled variously and can be changed.

[0054] For example, the curve-like pattern which connects the straight-line-like pattern of a coil pattern unit does not necessarily need to be a perfect radii configuration, and may be a part of ellipse or other curvilinear configurations.

[0055]

[Example] Next, although this invention is explained based on an example and the example of a comparison, this invention is not limited to these examples.

[0056] an example 1 -- the green sheet which serves as each insulating layer 7 of the component body 1 shown in drawing 1 first was prepared. Production of a green sheet was performed as follows. (NiCuZn) Fe 204 from -- the ferrite powder which changes, and the organic solvent which consists of toluene and the binder which consists of a polyvinyl butyral were mixed by the predetermined ratio, and slurry liquid was obtained. This slurry liquid was applied and dried with the doctor blade method on the PET film, and two or more green sheets with a thickness of 30 micrometers were obtained.

[0057] Next, laser beam machining was performed to each of these green sheets, and the through hole with a diameter of 80 micrometers was formed by the predetermined pattern. Then, as a silver paste was screen-stenciled to these green sheets, it dried to them and it was shown in them at drawing 3 (A) and drawing 3 (B), coil pattern unit 2a and 2b were respectively formed by the predetermined repeat pattern.

[0058] each coil pattern unit 2a or 2b is 10 micrometers by the thickness after desiccation, and is shown in drawing 2 (A) -- as -- abbreviation -- it had two parallel straight-line-like patterns 10, curve-like patterns 12, and connections 6. The radius  $r$  of the periphery section of 120 micrometers and the curve-like pattern 12 of the outer diameter  $D$  of a connection 6 was 150 micrometers. The configurations of the curve-like pattern 12 were 1/2 perfect radii. Moreover, the width of face  $W1$  of the straight-line-like pattern 10 was 90 micrometers. The width of face of the curve-like pattern 12 was the width of face  $W1$  and abbreviation identitas of the straight-line-like pattern 10. The breadth  $W0$  of the partition unit 15 which is the range where single coil pattern unit 2a or 2b is printed was 0.52mm, and longwise [  $L0$  ] was 1.1mm.

[0059] When the sum total of flat-surface view lateral area  $A1R$  of the

straight-line-like pattern 10 and A1L was set to A1 and the flat-surface view lateral area of the curve-like pattern 12 was set to A2, A1/A2 were 1.65. Moreover, when the whole surface product by the side of the flat-surface view of the partition unit 15 was set to A0, (A1+A2) / A0 was 0.16. Moreover, W1/R was 3/5.

[0060] Thus, the ten-sheet laminating of the green sheet with which coil pattern unit 2a and 2b were printed is carried out by turns, and they are 50 degrees C and 800kg/cm<sup>2</sup>. After being stuck by pressure under the pressure, the layered product was carved with the knife, the cross section was observed, and the maximum of laminating gap deltaWx of the direction of X was evaluated. The result is shown in a table 1. The maximum of laminating gap deltaWx was 10 micrometers.

[0061]

[A table 1]

**表1**

	実施例1	実施例2	比較例1	比較例2	比較例3
図面	図2A	図4A	図4B	図5A	図5B
線幅W1(μm)	90	90	90	80	80
A1/A2	1.65	1.75	1.90	—	—
(A1+A2)/A0	0.16	0.15	0.14	—	—
W1/R	3/5	1/3	1/5	—	—
積層ずれΔWx(μm)	10	20	50	120	100

[0062] an example -- two -- drawing 2 -- (-- A --) -- being shown -- a configuration -- a coil -- a pattern -- a unit -- two -- a -- and -- 2b -- using -- instead of -- drawing 4 -- (-- A --) -- being shown -- a configuration -- a coil -- a pattern -- a unit -- two -- a -- ' -- and -- 2b -- ' -- having used -- except -- said example 1 -- the same -- carrying out -- a green sheet -- being stuck by pressure -- a layered product -- having obtained .

[0063] The configurations of curve-like pattern 12A were 1/4 radii, A1/A2 were 1.75, and (A1+A2) / A0 was 0.15. Moreover, W1/R was 1/3.

[0064] The layered product was carved with the knife, the cross section was observed, and the maximum of laminating gap deltaWx of the direction of X was evaluated. The result is shown in a table 1. The maximum of laminating gap deltaWx was 20 micrometers.

[0065] a comparison -- an example -- one -- drawing 2 -- (-- A --) -- being shown -- a configuration -- a coil -- a pattern -- a unit -- two -- a -- and -- 2b -- using -- instead of -- drawing 4 -- (-- B --) --



being shown -- a configuration -- a coil -- a pattern -- a unit -- two --  
-- a -- " -- and -- 2b -- " -- having used -- except -- said example 1 --  
the same -- carrying out -- a green sheet -- being stuck by pressure --  
a layered product -- having obtained .

[0066] The configurations of curvilinear pattern 12B were 1/6 radii,  
A1/A2 were 1.90, and  $(A1+A2) / A0$  was 0.14. Moreover, W1/R was 1/5.

[0067] The layered product was carved with the knife, the cross section  
was observed, and the maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  of the direction  
of X was evaluated. The result is shown in a table 1. The maximum of  
laminating gap  $\Delta W_x$  was 50 micrometers.

[0068] Instead of using coil pattern unit 2a of a configuration and 2b  
which are shown in example of comparison 2 drawing 2 (A), except having  
used the coil pattern units 8a and 8b of the configuration shown in  
drawing 5 (A), the green sheet was stuck by pressure like said example 1,  
and the layered product was obtained.

[0069] The coil pattern units 8a and 8b of the configuration shown in  
drawing 5 (A) are abbreviation L typefaces as a whole, and have the  
direction long side siding [ of Y ]-like pattern whose line breadth W1  
is 80 micrometers, and the direction shorter side siding of X-like  
pattern of the same line breadth, respectively. The die length L2 of  
0.55mm and a shorter side siding-like pattern of the die length L1 of a  
long side siding-like pattern was 0.23mm. In a connection 6, it connects  
through a through hole 4 and the coil patterns 8a and 8b by which a  
laminating is carried out up and down constitute a coil.

[0070] The layered product was carved with the knife, the cross section  
was observed, and the maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  of the direction  
of X was evaluated. The result is shown in a table 1. The maximum of  
laminating gap  $\Delta W_x$  was 120 micrometers.

[0071] Instead of using coil pattern unit 2a of a configuration and 2b  
which are shown in example of comparison 3 drawing 2 (A), except having  
used the coil pattern units 9a and 9b of the configuration shown in  
drawing 5 (B), the green sheet was stuck by pressure like said example 1,  
and the layered product was obtained.

[0072] Although the coil pattern units 9a and 9b of the configuration  
shown in drawing 5 (B) are abbreviation U typefaces as a whole, they do  
not have a curve-like pattern, respectively. abbreviation whose line  
breadth W1 of coil pattern unit 9a is 80 micrometers -- it has two  
parallel direction long side siding [ of Y ]-like patterns, and one  
direction shorter side siding of X-like pattern of the same line breadth.  
moreover, abbreviation whose line breadth W1 of coil pattern unit 9b is  
80 micrometers -- it has two parallel direction shorter side siding of

X-like patterns, and one direction long side siding [ of Y ]-like pattern of the same line breadth.

[0073] The die length L2 of 0.55mm and a shorter side siding-like pattern of the die length L1 of a long side siding-like pattern was 0.23mm. In a connection 6, it connects through a through hole 4 and the coil patterns 9a and 9b by which a laminating is carried out up and down constitute a coil for the pattern around which it turns by a unit of 3/4 round in piles.

[0074] The layered product was carved with the knife, the cross section was observed, and the maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  of the direction of X was evaluated. The result is shown in a table 1. The maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  was 100 micrometers.

[0075] In coil pattern unit 2a of a configuration and 2b which are shown in example 3 drawing 2 (A), except having set line breadth W1 of a pattern to 75 micrometers, the green sheet was stuck by pressure like said example 1, and the layered product was obtained.

[0076]  $A1/A2$  were 1.68, and  $(A1+A2) / A0$  was 0.13. Moreover,  $W1/R$  was 1/2.

[0077] The layered product was carved with the knife, the cross section was observed, and the maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  of the direction of X was evaluated. The result is shown in a table 2. The maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  was 15 micrometers.

[0078]

[A table 2]

**表2**

	比較例4	実施例3	実施例1	実施例4	実施例5
線幅W1(μm)	60	75	90	100	120
A1/A2	1.71	1.68	1.65	1.62	1.55
(A1+A2)/A0	0.11	0.13	0.16	0.17	0.20
W1/R	2/5	1/2	3/5	2/3	4/5
積層ずれΔWx(μm)	40	15	10	8	6

[0079] In coil pattern unit 2a of a configuration and 2b which are shown in example 4 drawing 2 (A), except having set line breadth W1 of a pattern to 100 micrometers, the green sheet was stuck by pressure like said example 1, and the layered product was obtained.

[0080]  $A1/A2$  were 1.62, and  $(A1+A2) / A0$  was 0.17. Moreover,  $W1/R$  was 2/3.

[0081] The layered product was carved with the knife, the cross section

was observed, and the maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  of the direction of X was evaluated. The result is shown in a table 2. The maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  was 8 micrometers.

[0082] In coil pattern unit 2a of a configuration and 2b which are shown in example 5 drawing 2 (A), except having set line breadth  $W_1$  of a pattern to 120 micrometers, the green sheet was stuck by pressure like said example 1, and the layered product was obtained.

[0083]  $A_1/A_2$  were 1.55, and  $(A_1+A_2) / A_0$  was 0.20. Moreover,  $W_1/R$  was  $4/5$ .

[0084] The layered product was carved with the knife, the cross section was observed, and the maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  of the direction of X was evaluated. The result is shown in a table 2. The maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  was 6 micrometers.

[0085] In coil pattern unit 2a of a configuration and 2b which are shown in example of comparison 4 drawing 2 (A), except having set line breadth  $W_1$  of a pattern to 60 micrometers, the green sheet was stuck by pressure like said example 1, and the layered product was obtained.

[0086]  $A_1/A_2$  were 1.71, and  $(A_1+A_2) / A_0$  was 0.11. Moreover,  $W_1/R$  was  $2/5$ .

[0087] The layered product was carved with the knife, the cross section was observed, and the maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  of the direction of X was evaluated. The result is shown in a table 2. The maximum of laminating gap  $\Delta W_x$  was 40 micrometers.

[0088] When  $A_1/A_2$  [ 1.85 less than ] are within the limits of 1.75 or less preferably so that examples 1 and 2 may be compared with the example 1 of a comparison and it may be known as shown in the assessment table 1, it turns out that a laminating gap becomes small. In addition, when  $A_1/A_2$  are smaller than 1.45, since an inductance cannot fully be taken, it is desirable [  $A_1/A_2$  ] that it is 1.45 or more.

[0089] Moreover, as shown in a table 2, when  $W_1/R$  is  $1/2$  or more, it turns out that a laminating gap becomes small. It became clear that things are good to set  $W_1/R$  as  $3/5$  or more ratios from which a laminating gap is set to 10 micrometers or less still more preferably. In addition, since the path of a coil becomes small as a result and it may stop reaching predetermined inductance weighted solidity when this  $W_1/R$  exceed four fifths, as for  $W_1/R$ , it is desirable that it is  $4/5$  or less.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 is the 1 partial-solution perspective view of the inductor component concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] The top view of the coil pattern unit by which a laminating is carried out to the interior of the inductor component which shows drawing 2 (A) to drawing 1, and drawing 2 (B) are important section sectional views which meet the IIB-IIB line of drawing 2 A.

[Drawing 3] Drawing 3 (A) and drawing 3 (B) are the perspective views of the green sheet used for the manufacture process of the inductor component concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] The top view of the coil pattern unit by which a laminating is carried out to the interior of the inductor component which drawing 4 (A) requires for one example of this invention, and drawing 4 (B) are the top views of the coil pattern unit by which a laminating is carried out to the interior of the inductor component concerning the example of a comparison of this invention.

[Drawing 5] Drawing 5 (A) and drawing 5 (B) are the top views of the coil pattern unit by which a laminating is carried out to the interior of the inductor component which starts the example of a comparison of this invention, respectively.

[Drawing 6] Drawing 6 is the 1 partial-solution perspective view of the inductor component concerning other operation gestalten of this invention.

[Description of Notations]

1 -- Component body

2 -- Coil

2a, 2b, 2c, 2d-- Coil pattern unit

3a, 3b-- Terminal electrode

4 -- Through hole

6 -- Connection  
7 -- Insulating layer  
10 -- Straight-line-like pattern  
11 -- The 1st edge  
12 -- Curve-like pattern  
13 -- The 2nd edge  
15 -- Partition unit  
17a, 17b-- Green sheet  
S1 -- Center line which divides the cross direction of a partition unit  
S2 -- Center line which divides the longitudinal direction of a partition unit

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

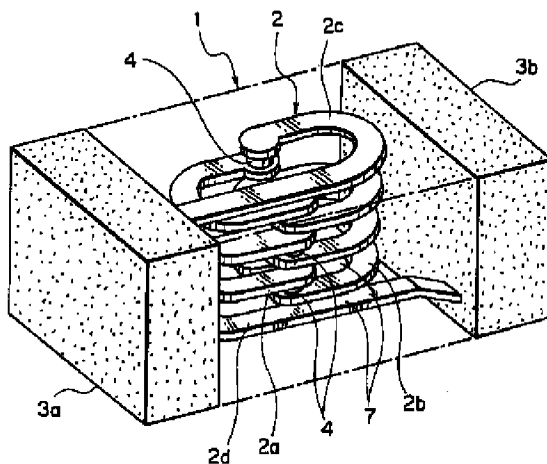
---

## DRAWINGS

---

[Drawing 1]

**1**

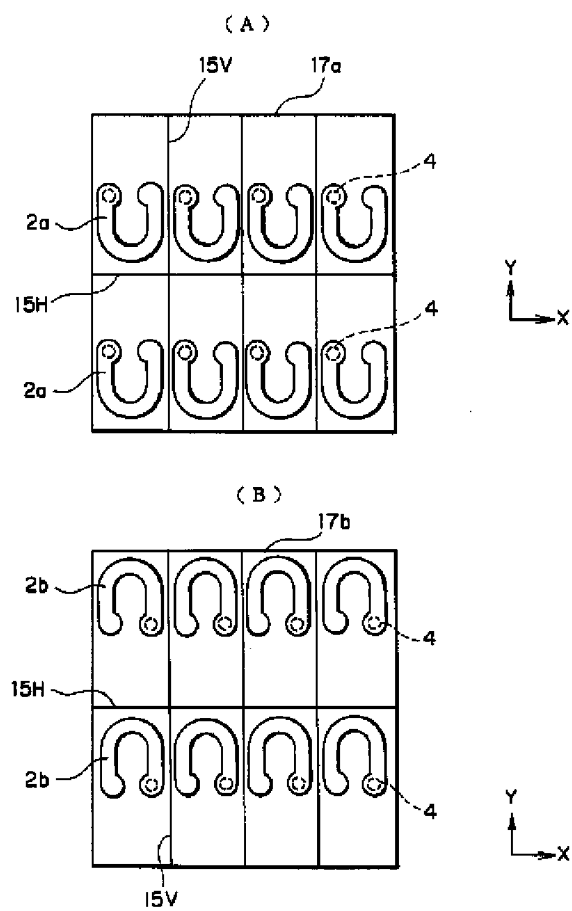


[Drawing 2]

[illegible]

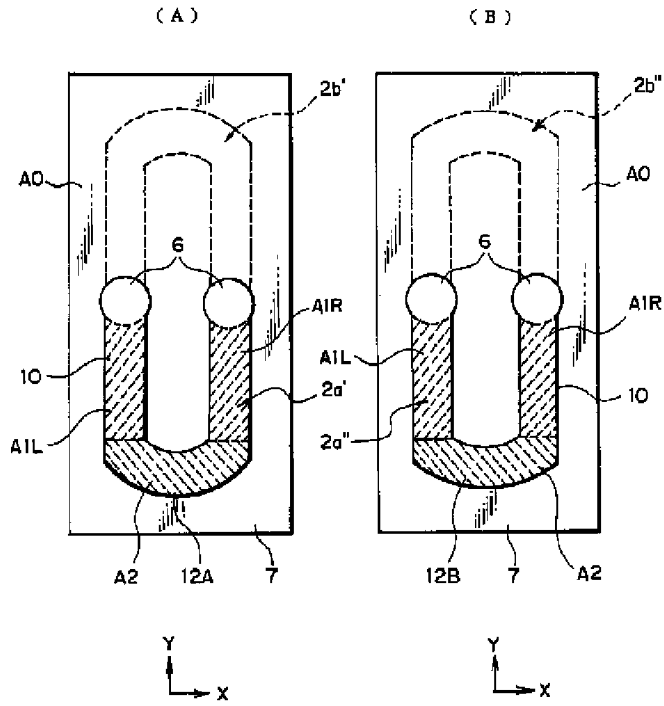
[Drawing 3]

図 9



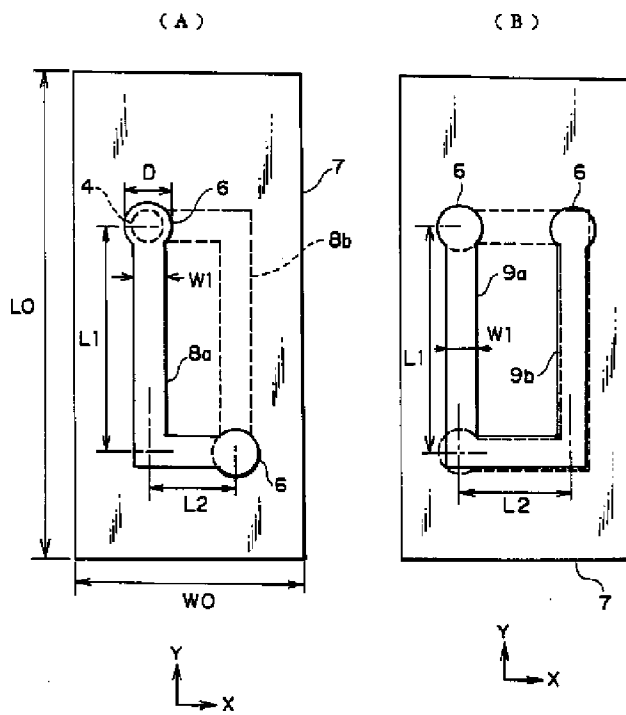
[Drawing 4]

图 4



[Drawing 5]

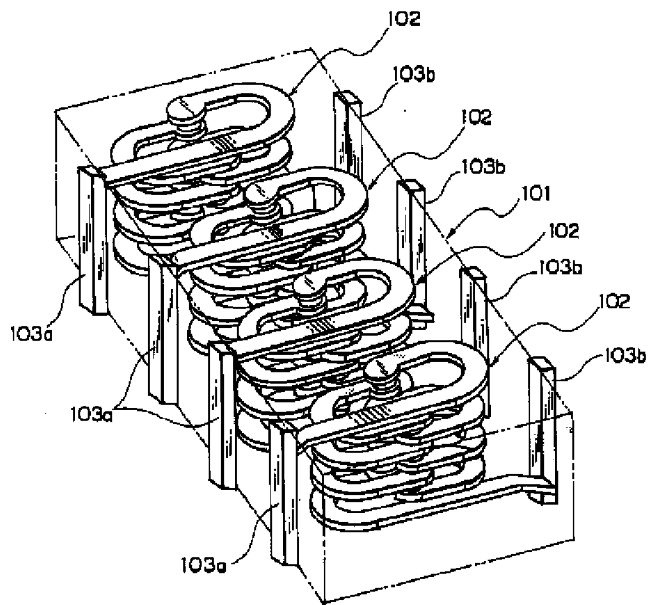
图 5



[Drawing 6]



**Fig. 6**



---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-82615  
(P2000-82615A)

(43)公開日 平成12年3月21日(2000.3.21)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 F 17/00		H 0 1 F 17/00	D
41/04		41/04	C

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-190760

(22)出願日 平成11年7月5日(1999.7.5)

(31)優先権主張番号 特願平10-189555

(32)優先日 平成10年7月6日(1998.7.6)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社  
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 内木場 文男

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 安保 敏之

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74)代理人 10009/180

弁理士 前田 均 (外1名)

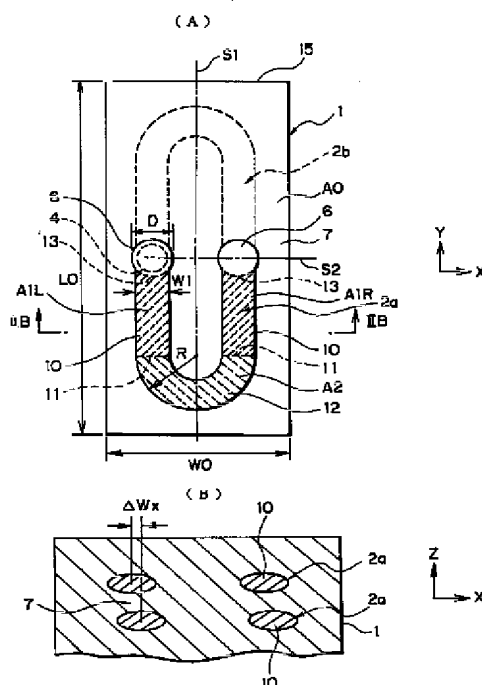
(54)【発明の名称】 インダクタ素子およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 素子を小型化しても、製造工程を複雑化することなく、積層ずれを抑えることができるインダクタ素子およびその製造方法を提供すること。

【解決手段】 複層の絶縁層7と、前記絶縁層の間にそれぞれ形成されたコイルパターン単位2a、2bと、絶縁層で仕切られた上下のコイルパターン単位をコイル状に接続する接続部6とを有するインダクタ素子。コイルパターン単位2a、2bは、略平行な二つの直線状パターン10と、これら直線状パターンの第1端部11を接続する曲線状パターン12とを有する。二つの直線状パターン10の平面矢視側面積の合計をA1とし、曲線状パターン12の平面矢視側面積をA2とした場合に、 $A1/A2$ が1.45~1.85、好ましくは1.55~1.75の範囲にある。コイルパターン単位2a、2bが1つ含まれる絶縁層の一區画単位15の平面矢視側の全面積をA0とした場合に、 $(A1+A2)/A0$ が0.10~0.30、さらに好ましくは0.13~0.20の範囲にある。

図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 複層の絶縁層と、

前記絶縁層の間にそれぞれ形成され、略平行な二つの直線状パターンと、これら直線状パターンの第1端部を接続する曲線状パターンとを持ち、二つの前記直線状パターンの平面矢視側面積の合計をA1とし、前記曲線状パターンの平面矢視側面積をA2とした場合に、 $A1/A2$ が1.45～1.85の範囲にある導電性のコイルパターン単位と、  
前記直線状パターンの第2端部に形成され、前記絶縁層で仕切られた上下のコイルパターン単位をコイル状に接続する接続部とを有する、  
インダクタ素子。

【請求項2】 前記コイルパターン単位が1つ含まれる絶縁層の一区画単位の平面矢視側の全面積をA0とした場合に、 $(A1+A2)/A0$ が0.10～0.30の範囲にある請求項1に記載のインダクタ素子。

【請求項3】 前記直線状パターンの線幅をW1とし、前記曲線状パターンの外周部の曲率半径をRとした場合に、 $W1/R$ が1/2～4/5の範囲にある請求項1に記載のインダクタ素子。

【請求項4】 前記絶縁層を介して上下に位置する二つのコイルパターン単位は、平面矢視側から見た絶縁層の長手方向を分割する中心線に対して線対称位置に配置してある請求項1に記載のインダクタ素子。

【請求項5】 前記コイルパターン単位は、平面矢視側から見た絶縁層の幅方向を分割する中心線に対して線対称なパターンである請求項1に記載のインダクタ素子。

【請求項6】 前記絶縁層間には、2以上の前記コイルパターン単位が配列してある請求項1に記載のインダクタ素子。

【請求項7】 絶縁層となるグリーンシートを形成する工程と、  
略平行な二つの直線状パターンと、これら直線状パターンの第1端部を接続する曲線状パターンとを持ち、二つの前記直線状パターンの平面矢視側面積の合計をA1とし、前記曲線状パターンの平面矢視側面積をA2とした場合に、 $A1/A2$ が1.45～1.85の範囲にある導電性のコイルパターン単位を、前記グリーンシートの表面に形成する工程と、  
前記コイルパターン単位が形成された複数のグリーンシートを積層し、前記グリーンシートで仕切られた上下のコイルパターン単位を、コイル状に接続する工程と、  
積層された前記グリーンシートを焼成する工程とを有するインダクタ素子の製造方法。

【請求項8】 前記焼成工程前に、積層された前記グリーンシートを、前記コイルパターン単位が一つ含まれるように、切断する工程を有する請求項7に記載のインダクタ素子の製造方法。

【請求項9】 前記焼成工程前に、積層された前記グリ

ーンシートを、前記コイルパターン単位が複数含まれるように、切断する工程を有する請求項7に記載のインダクタ素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インダクタ素子およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電子機器において、その小型化の要求は市場に常により、電子機器に使用される部品についても、その小型化が要求される。元々リード線を有していた電子部品は、表面実装技術の進展と共に、リード線のない、いわゆるチップ部品へと移行している。コンデンサやインダクタ等のセラミックを主要構成部材とする素子においては、厚膜形成技術を基礎とするシート工法やスクリーン印刷技術等を用い、セラミックおよび金属の同時焼成を行うことによって製造され、内部導体を具備するモノリシック構造の実用化を達成し、その形状をさらに小さくしている。

【0003】このようなチップ形状のインダクタ素子を製造するには、下記に示す製法が採用されている。

【0004】まず、セラミック粉体を、バインダーや有機溶媒等の入った溶液と混合する。この混合液をPETフィルム上にドクターブレード法等によってキャストし、数十 $\mu\text{m}$ ～数百 $\mu\text{m}$ のグリーンシートを得る。次に、このグリーンシートに、機械加工あるいはレーザ加工等の加工法を用いて、異なる層のコイルパターン単位間を接続するためのスルーホールを形成する。このようにして得られたグリーンシートに、銀あるいは銀-パラジウム導体ペーストをスクリーン印刷により塗布し、内部導体に相当する導電性コイルパターン単位を形成する。このとき、スルーホールにもペーストが満たされ、層間の電氣的接続が図られる。

【0005】これらのグリーンシートを所定枚数積層し、これを適当な温度、圧力のもとで圧着し、その後、ひとつひとつのチップに相当する部分に切り分け、脱バインダー、焼成等の熱処理を行う。この焼結体をバレル研磨し、その後、端子電極を形成するための銀ペーストを塗布し、再び熱処理を施す。これに電解メッキにより錫等の被膜を施す。以上の工程を経て、セラミックで構成された絶縁体の内部にコイル構造が実現でき、インダクタ素子が作製される。

【0006】このようなインダクタ素子においても小型化の要求はさらに進み、いわゆるチップサイズで、3216(3.2×1.6×0.9mm)形状から2012(2.0×1.2×0.9mm)、1608(1.6×0.8×0.8mm)等への小型のものにその主流が移り、最近になって1005(1×0.5×0.5mm)のチップサイズのものが実用化されてきた。このような小型化の流れにおいては、安定して高品質のものを得る

ために、各工程に課される寸法精度(クリアランス)は徐々に厳しくなっている。

【0007】たとえば1005のチップサイズのインダクタ素子においては、各内部導体層での積層におけるずれは、少なくとも $30\mu\text{m}$ を超えることは許されない。これを超えると、インダクタンスやインピーダンスに顕著なばらつきを生じ、極端な場合には内部導体が露出することもある。

【0008】従来の比較的大きいチップサイズのインダクタ素子の場合には、この積層ずれによる特性への影響が顕在化するには至らなかったが、1005程度のチップサイズにおいては、積層ずれが素子特性に対して大きな影響を及ぼす。

【0009】従来、比較的大きいサイズのインダクタ素子では、各層における内部導体のコイルパターン形状をL字形と逆L字形としている。そして、L字形パターンと逆L字形パターンとを交互に積層し、これらパターンの端部にスルーホールを設けて層間のパターンを接続し、このようにして形成されるコイルの始端および終端を引き出し用パターンに接続している。

【0010】しかしながら、1005型などの小型サイズのインダクタ素子を得るために、各層における内部導体のコイルパターン形状をL字形と逆L字形とし、そのコイルパターンを単に小さくした場合に、内部導体間の積層ずれが著しく進むことが、本発明者等の実験により判明した。

【0011】小型サイズのインダクタ素子の場合、積層ずれが進む理由は次の通りであると考えられる。すなわち、チップサイズの小型化に伴って、所定のインダクタンス、インピーダンスを得るためには、コイルの巻数を多くとらなければならず、そのためには、一層あたりのセラミック層の厚みを薄くしなければならない。さらに、内部導体の抵抗値は低いことが要求され、導体厚みをセラミックシートと同様の比率では薄くすることは許されない。このため、チップサイズが小さくなることは、印刷後のグリーンシートの著しい非平坦化を生じる結果となる。

【0012】その結果、重ねられたグリーンシートに圧力をかけて積層すると、グリーンシートそのものに対して比較的硬い導体部どうしが反発しあい、その結果として、著しい積層ずれを生じる。特に、従来のL字形を基本としている印刷パターンにおいては、積層されたグリーンシート相互が内部導体を介して立体的に斜めに押されることになり、積層ずれを助長している。このような現象は、素子のチップサイズの小型化が進むほど、素子の品質の安定化のためには避けては通れない課題となっている。

【0013】この課題に対しては種々の提案がなされている。たとえば特開平6-77074号公報においては、印刷後のグリーンシートを前もってプレスして平坦

化することが開示されている。また、特開平7-192954号公報には、セラミックシートに、導体パターンと同一の凹溝を前もって施し、この凹溝に導体ペーストを印刷し、結果として導体を含めたセラミックシートを平坦化する方法が開示されている。また、特開平7-192955号公報には、セラミックシートからPETフィルムを剥離せずに、他のセラミックシートを積層して圧着し、その後フィルムを剥がし、これを繰り返す方法が開示されている。この方法は、PETフィルムの変形が少ないことを利用して、結果として積層ずれを防ぐ手段と考えられる。また、特開平6-20843号公報には、印刷導体の周辺部に沿って複数の貫通孔を設け、圧着時の圧力の分散を行う方法が開示されている。

【0014】上記した各公報に記載された方法によれば、従来のセラミックシートの積層方法にさらに工程を追加するか、あるいは大幅に変更を加えることになる。また、生産性という立場に立てば、従来の方法よりも複雑になる。

【0015】【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような実状に鑑みてなされ、素子を小型化しても、製造工程を複雑化することなく、積層ずれを抑えることができるインダクタ素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0016】【課題を解決するための手段】本発明者等は、製造工程を複雑化することなく、積層ずれを抑えることができる小型サイズのインダクタ素子およびその製造方法について鋭意検討した結果、素子の絶縁層間に形成されるコイルパターン単位のパターン形状を工夫することで、積層ずれを抑制することができることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【0017】すなわち、本発明に係るインダクタ素子は、複層の絶縁層と、前記絶縁層の間にそれぞれ形成され、略平行な二つの直線状パターンと、これら直線状パターンの第1端部を接続する曲線状パターンとを持ち、二つの前記直線状パターンの平面矢視側面積の合計をA1とし、前記曲線状パターンの平面矢視側面積をA2とした場合に、 $A1/A2$ が1.45~1.85、好ましくは1.55~1.75、さらに好ましくは1.62~1.68の範囲にある導電性のコイルパターン単位と、前記直線状パターンの第2端部に形成され、前記絶縁層で仕切られた上下のコイルパターン単位をコイル状に接続する接続部とを有する。

【0018】 $A1/A2$ が1.45よりも小さい場合には、直線状パターンの面積が、曲線状パターンの面積に比較して小さすぎ、結果として、コイルの断面積が小さくなり、インダクタンスを十分にとることができない傾向にある。 $A1/A2$ が1.85よりも大きい場合には、直線状パターンの面積が、曲線状パターンの面積に

比較して大きすぎ、直線状パターンの長手方向に対して略直交する方向に積層ずれが生じやすくなる傾向にある。

【0019】本発明において、好ましくは、前記コイルパターン単位が1つ含まれる絶縁層の一区画単位の平面矢視側の全面積をA0とした場合に、 $(A1 + A2) / A0$ が0.10~0.30、好ましくは0.13~0.20、さらに好ましくは0.15~0.17の範囲にある。

【0020】 $(A1 + A2) / A0$ が0.10よりも小さい場合には、コイルを構成するためのコイル単位パターンの面積が絶縁層の面積に比較して小さすぎ、直流抵抗が大きくなりすぎることから、好ましくない。 $(A1 + A2) / A0$ が0.30よりも大きい場合には、コイル断面積が小さくなり必要なインダクタンスがとれなくなるとなる傾向にある。

【0021】本発明において、前記直線状パターンの線幅をW1とし、前記曲線状パターンの外周部の曲率半径をRとした場合に、好ましくは $W1 / R$ が $1/2 \sim 4/5$ 、さらに好ましくは $3/5 \sim 2/3$ の範囲にある。

【0022】 $W1 / R$ が $1/4$ よりも小さい場合には、直線状パターンの線幅が狭すぎ、積層ずれが進みやすい傾向にある。これは、直線状パターンの線幅が狭いと、上層側に位置する直線状パターンと下層側に位置する直線状パターンが重なり合った場合に、直線状パターンの長手方向に略直角な方向に層がずれ易くなるためと考えられる。また、 $W1 / R$ が $4/5$ よりも大きい場合には、曲線状パターンの径が小さくなり、且つパターンの線幅が大きくなるため、素子の内部に得られるコイルの径が小さくなり、所望のインダクタンス特性が得られない傾向にある。

【0023】本発明において、前記絶縁層を介して上下に位置する二つのコイルパターン単位は、平面矢視側から見た絶縁層の長手方向を分割する中心線に対して線対称位置に配置してあることが好ましい。このように配置することで、所望のインダクタ特性を得ながら、積層ずれが少ないインダクタ素子を得ることができる。

【0024】また、前記コイルパターン単位は、平面矢視側から見た絶縁層の幅方向を分割する中心線に対して線対称なパターンであることが好ましい。このようなパターンとすることで、積層ずれが少ないインダクタ素子を得ることができる。

【0025】本発明において、前記絶縁層間には、2以上のコイルパターン単位を配列しても良い。このようにコイルパターン単位を複数配置することで、単一素子の内部に複数のコイルを持つインダクタアレイ素子を得ることができる。

【0026】本発明に係るインダクタ素子の製造方法は、絶縁層となるグリーンシートを形成する工程と、略平行な二つの直線状パターンと、これら直線状パターン

の第1端部を接続する曲線状パターンとを持ち、二つの前記直線状パターンの平面矢視側面積の合計をA1とし、前記曲線状パターンの平面矢視側面積をA2とした場合に、 $A1 / A2$ が1.45~1.85の範囲にある導電性のコイルパターン単位を、前記グリーンシートの表面に形成する工程と、前記コイルパターン単位が形成された複数のグリーンシートを積層し、前記グリーンシートで仕切られた上下のコイルパターン単位を、スルーホールを介してコイル状に接続する工程と、積層された前記グリーンシートを焼成する工程とを有する。

【0027】本発明に係る製造方法は、前記焼成工程前に、積層された前記グリーンシートを、前記コイルパターン単位が一つ含まれるように、切断する工程を有しても良い。

【0028】また、本発明に係る製造方法は、前記焼成工程前に、積層された前記グリーンシートを、前記コイルパターン単位が複数含まれるように、切断する工程を有しても良い。

【0029】このような本発明に係る製造方法によれば、素子を小型化しても、製造工程を複雑化することなく、積層ずれを抑えることができるインダクタ素子を得ることができる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、添付図面を参照して、さらに詳細に説明する。ここにおいて、図1は本発明の一実施形態に係るインダクタ素子の一部分解斜視図、図2(A)は図1に示すインダクタ素子の内部に積層されるコイルパターン単位の平面図、図2(B)は図2(A)のII B-II B線に沿う要部断面図、図3(A)および図3(B)は本発明の一実施形態に係るインダクタ素子の製造過程に用いるグリーンシートの斜視図、図4(A)は本発明の一実施例に係るインダクタ素子の内部に積層されるコイルパターン単位の平面図、図4

(B)は本発明の比較例に係るインダクタ素子の内部に積層されるコイルパターン単位の平面図、図5(A)および図5(B)は、それぞれ本発明の比較例に係るインダクタ素子の内部に積層されるコイルパターン単位の平面図、図6は本発明の他の実施形態に係るインダクタ素子の一部分解斜視図である。

#### 【0031】第1実施形態

図1に示すように、本実施形態に係るインダクタ素子は、素子本体1を有する。素子本体1の両端には、それぞれ端子電極3aおよび3bが一体化してある。素子本体1の内部には、絶縁層7を介して、コイルパターン単位2aおよび2bが交互に積層してある。本実施形態では、最上部に積層してあるコイルパターン単位2cの端部を、一方の端子電極3aに接続してあり、最下部に積層してあるコイルパターン単位2dを、他方の端子電極3bに接続してある。これらコイルパターン単位2a、2b、2cおよび2dは、絶縁層7に形成してあるスル

ーホール4を介して接続してあり、全体としてコイル2を構成している。

【0032】素子本体1を構成する絶縁層7は、たとえばフェライト、フェライトガラス複合材料などの磁性体、またはアルミナガラス複合材料、結晶化ガラスなどの誘電体などで構成される。コイルパターン単位2a、2b、2cおよび2dは、たとえば銀、パラジウム、またはこれらの合金などの金属で構成される。端子電極3aおよび3bは、銀を主とする焼結体でこの素面に銅、ニッケル、スズ、スズ鉛合金などのメッキ皮膜を施したものである。端子電極3aおよび3bは、これら金属の単層または複層で構成されても良い。

【0033】図2(A)に示すように、素子本体1の中間に配置されるコイルパターン単位2aおよび2bは、平面矢視側から見て、全体として略U字形状を持ち、略平行な二つの直線状パターン10と、これら直線状パターン10の第1端部11を接続する曲線状パターン12と、直線状パターン10の第2端部13に形成してある接続部6とを有する。

【0034】本実施形態では、図2(A)に示すように、絶縁層7は、平面矢視側から見て、長手方向に細長い区画単位15を持ち、その幅W0は、特に限定されないが、1.6~0.3mmであり、その縦長さL0は、W0に対して、約3.2~0.6倍程度の長さである。

【0035】各コイルパターン単位2aまたは2bは、絶縁層7における水平方向横断面において、区画単位15の幅方向を分割する中心線S1に対して、線対称なパターンである。また、任意の1のコイルパターン単位2aと、そのコイルパターン2aに対して絶縁層7を介して下層側または上層側に位置するコイルパターン単位2bとは、区画単位15の長手方向を分割する中心線S2に対して、線対称な位置に配置される。

【0036】各コイルパターン単位2aまたは2bの接続部6は、本実施形態では、平面矢視側から見て円形であり、その外径Dは、線状パターン10の幅W1よりも僅かに大きい。D/W1は、特に限定されないが、好ましくは1.1~1.5、さらに好ましくは1.2~1.3である。

【0037】コイルパターン単位2aに着目した場合には、その一方の接続部6は、スルーホール4を介して、直下層に位置するコイルパターン単位2bの1の接続部に接続してあり、コイルパターン単位2aの他方の接続部6は、図示省略してあるスルーホールを介して、直上層に位置するコイルパターン単位2bの1の接続部に接続してある。このようにコイルパターン単位2aと2bとを、接続部6およびスルーホール4を介して螺旋状に接続することで、図1に示すように、素子本体1の内部に小型のコイル2が形成される。

【0038】本実施形態では、各コイルパターン2aまたは2bにおいて、接続部6の面積を除いた二つの直線

状パターン10の平面矢視側面積A1RおよびA1Lの合計をA1とし、曲線状パターン12の平面矢視側面積をA2とした場合に、 $A1/A2$ が1.45~1.85の範囲にある。このような範囲とするために、本実施形態では、曲線状パターン12は、 $1/n$ の円弧形状を有し、nは、2~4の範囲にある。なお、 $1/n$ 円弧とは、円弧長が、全円の円周の $1/n$ である円弧を意味する。

【0039】また、本実施形態では、コイルパターン単位2aまたは2bが1つ含まれる絶縁層7の一区画単位15の平面矢視側の全面積をA0(=L0×W0)とした場合に、 $(A1+A2)/A0$ が0.13~0.20の範囲にある。

【0040】さらに本実施形態では、コイルパターン単位2aまたは2bにおいて、直線状パターン10の線幅をW1とし、曲線状パターン12の外周部の曲率半径をRとした場合に、 $W1/R$ が $1/4 \sim 4/5$ の範囲にある。なお、直線状パターン10の線幅W1は、特に限定されないが、絶縁層7の一区画単位15の横幅W0に対して、 $W1/W0 = 1/4 \sim 1/8$ 程度であることが好ましい。

【0041】本実施形態では、コイルパターン単位2aおよび2bのパターン形状および配置を、上記の数値関係を満足する範囲となるように設定することで、図2(B)に示すように、特に線状パターン10の長手方向Yに対して直交する方向Xに対する積層ずれ $\Delta W_x$ を、従来に比べて小さくすることができる。また、本実施形態では、線状パターン10の長手方向Yに沿った積層ずれ $\Delta W_y$ は、 $\Delta W_x$ に比較して元々小さい。

【0042】なお、本発明において、X方向の積層ずれ $\Delta W_x$ とは、図2(B)に示すように、絶縁層7を介して積層方向(上下方向)Zに積層されるコイルパターン2a(または2b)における線状パターン10相互の中心位置のX方向ずれを意味する。また、Y方向の積層ずれ $\Delta W_y$ とは、図示しないが、絶縁層7を介して積層方向(上下方向)Zに積層されるコイルパターン2a(または2b)における接続部6相互の中心位置のY方向のずれを意味する。

【0043】次に、図1に示すインダクタ素子の製造方法について説明する。図3(A)および図3(B)に示すように、まず、絶縁層7となるグリーンシート17aおよび17bを準備する。グリーンシート17aおよび17bは、セラミック粉体を、バインダーや有機溶媒等の入った溶液と混合してスラリー液を形成し、このスラリー液をPETフィルムなどのベースフィルム上にドクターブレード法等によって塗布および乾燥し、ベースフィルムを剥離することなどにより得られる。グリーンシートの厚みは、特に限定されないが、数十 $\mu m$ ~数百 $\mu m$ 程度である。

【0044】セラミック粉体としては、特に限定されな

いが、たとえばフェライト粉、フェライトガラス複合材料、ガラスアルミナ複合材料、結晶化ガラスなどが用いられる。バインダーとしては、特に限定されないが、ブチラール樹脂、アクリル系樹脂などが用いられる。有機溶媒としては、トルエン、キシレン、イソブチルアルコール、エタノールなどが用いられる。

【0045】次に、これらのグリーンシート17aおよび17bに、機械加工あるいはレーザ加工等の加工法を用いて、異なる層のコイルパターン単位2aおよび2b間を接続するためのスルーホール4を所定パターンで形成する。このようにして得られたグリーンシート17aおよび17bに、銀あるいは銀-パラジウム導体ペーストをスクリーン印刷により塗布し、導電性コイルパターン単位2aまたは2bを行列状に複数形成する。このとき、スルーホール4にもペーストが満たされる。各コイルパターン単位2aおよび2bの形状は、図2(A)に示すパターン2aおよび2bの形状と同じである。コイルパターン単位2aおよび2bの塗布厚みは、特に限定されないが、通常、5~40 $\mu$ m程度である。

【0046】これらのグリーンシート17aおよび17bを交互に所定枚数積層し、これを適当な温度、圧力のもとで圧着し、その後、切断線15Hおよび15Vに沿って、ひとつひとつの素子本体1に相当する部分に切り分ける。本実施形態では、グリーンシート17aまたは17bの一つの区画単位15内に一つのパターン単位2aまたは2bが入り込むように、積層グリーンシートを切断し、素子本体1に相当するグリーンチップを得る。なお、実際には、グリーンシート17aおよび17b以外に、図1に示すコイルパターン単位2cまたは2dが形成されたグリーンシートも、グリーンシート17aおよび17bと共に積層される。また、コイルパターン単位が何ら形成されていないグリーンシートも、必要に応じて、追加して積層されて圧着される。

【0047】本実施形態では、グリーンシート17aおよび17bの表面にそれぞれ形成してあるコイルパターン単位2aおよび2bの形状および配置が、前述した数値範囲を満足するように設定してあるために、グリーンシート17aおよび17bの圧着に際して、X方向の積層ずれ $\Delta W_x$ は、従来に比べて小さい。もちろん、Y方向の積層ずれ $\Delta W_y$ も小さい。

【0048】その後、グリーンチップの脱バインダー処理および焼成等の熱処理を行う。脱バインダー処理における雰囲気温度は、特に限定されないが、150~250 $^{\circ}$ C程度である。また、焼成温度は、特に限定されないが、850~960 $^{\circ}$ C程度である。

【0049】その後、得られた焼結体の両端部をバレル研磨し、その後、図1に示す端子電極3aおよび3bを形成するための銀ペーストを塗布し、再び熱処理を施し、さらに、電解メッキにより錫や錫鉛合金等の被膜を施し、端子電極3aおよび3bを得る。以上の工程を経

て、セラミックで構成された素子本体1の内部にコイル2が実現でき、インダクタ素子が作製される。

#### 【0050】第2実施形態

本実施形態に係るインダクタアレイ素子（インダクタ素子の一種）では、図6に示すように、単一の素子本体101の内部に、素子本体101の長手方向に沿って複数のコイル102が配置してある。各コイル102に対応して、素子本体101の側端部には、複数の端子電極103aおよび103bが形成してある。

【0051】図6に示す本実施形態のインダクタアレイ素子は、素子本体101の内部に複数のコイル102が形成される点で、図1に示すインダクタ素子とは異なるが、各コイル102の構成は、図1に示すコイルと同一であり、同様な作用効果を奏する。

【0052】図6に示すインダクタアレイ素子の製造方法は、図1に示すインダクタ素子の製造方法とほとんど同一であり、図3(A)および図3(B)に示すグリーンシート17aおよび17bを積層後に切断する際に、切断後のグリーンシート内に複数のパターン単位2aおよび2bが残るように切断する点のみが相違する。

【0053】なお、本発明は、上述した実施形態に限定されず、本発明の範囲内で種々に改変することができる。

【0054】たとえば、コイルパターン単位の直線状パターンを接続する曲線状パターンは、必ずしも完全な円弧形状である必要はなく、楕円の一部分、あるいはその他の曲線形状であっても良い。

#### 【0055】

【実施例】次に、本発明を、実施例および比較例に基づき説明するが、本発明は、これら実施例に限定されない。

#### 【0056】実施例1

まず、図1に示す素子本体1の各絶縁層7となる、グリーンシートを準備した。グリーンシートの作製は、次のようにして行った。(NiCuZn)Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> から成るフェライト粉末と、トルエンから成る有機溶剤、ポリビニルブチラールから成るバインダーとを所定の比率で混合し、スラリー液を得た。このスラリー液を、PETフィルム上にドクターブレード法で塗布および乾燥し、厚さ30 $\mu$ mの複数のグリーンシートを得た。

【0057】次に、これらの各グリーンシートにレーザ加工を行い、直径80 $\mu$ mのスルーホールを所定パターンで形成した。その後、これらのグリーンシートに、銀ペーストをスクリーン印刷して乾燥し、図3(A)および図3(B)に示すように、所定の繰り返しパターンでコイルパターン単位2aおよび2bを各々形成した。

【0058】各コイルパターン単位2aまたは2bは、乾燥後の厚みで10 $\mu$ mであり、図2(A)に示すように、略平行な二つの直線状パターン10と、曲線状パターン12と、接続部6とを有していた。接続部6の外径

Dは $120\mu\text{m}$ 、曲線状パターン12の外周部の半径 $r$ は $150\mu\text{m}$ であった。曲線状パターン12の形状は、完全な $1/2$ 円弧であった。また、直線状パターン10の幅 $W1$ は $90\mu\text{m}$ であった。曲線状パターン12の幅は直線状パターン10の幅 $W1$ と略同一であった。単一のコイルパターン単位2aまたは2bが印刷される範囲である区画単位15の横幅 $W0$ は $0.52\text{mm}$ 、縦長さ $L0$ は $1.1\text{mm}$ であった。

【0059】直線状パターン10の平面矢視側面積 $A1$ 、 $R$ および $A1/L$ の合計を $A1$ とし、曲線状パターン12の平面矢視側面積を $A2$ とした場合に、 $A1/A2$ が $1.65$ であった。また、区画単位15の平面矢視側の

全面積を $A0$ とした場合に、 $(A1+A2)/A0$ が $0.16$ であった。また、 $W1/R$ は、 $3/5$ であった。

【0060】このようにコイルパターン単位2aおよび2bが印刷されたグリーンシートを、交互に10枚積層し、 $50^\circ\text{C}$ 、 $800\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧力のもとで圧着した後、その積層体をナイフで切り分け、その断面を観察し、X方向の積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値を評価した。表1に、その結果を示す。積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値は、 $10\mu\text{m}$ であった。

【0061】

【表1】

表1

	実施例1	実施例2	比較例1	比較例2	比較例3
図面	図2A	図4A	図4B	図5A	図5B
線幅 $W1(\mu\text{m})$	90	90	90	80	80
$A1/A2$	1.65	1.75	1.90	—	—
$(A1+A2)/A0$	0.16	0.15	0.14	—	—
$W1/R$	$3/5$	$1/3$	$1/5$	—	—
積層ずれ $\Delta Wx(\mu\text{m})$	10	20	50	120	100

【0062】実施例2

図2(A)に示す形状のコイルパターン単位2aおよび2bを用いる代わりに、図4(A)に示す形状のコイルパターン単位2a'および2b'を用いた以外は、前記実施例1と同様にしてグリーンシートを圧着し、積層体を得た。

【0063】曲線状パターン12Aの形状は、 $1/4$ 円弧であり、 $A1/A2$ が $1.75$ であり、 $(A1+A2)/A0$ が $0.15$ であった。また、 $W1/R$ は、 $1/3$ であった。

【0064】その積層体をナイフで切り分け、その断面を観察し、X方向の積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値を評価した。表1に、その結果を示す。積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値は、 $20\mu\text{m}$ であった。

【0065】比較例1

図2(A)に示す形状のコイルパターン単位2aおよび2bを用いる代わりに、図4(B)に示す形状のコイルパターン単位2a''および2b''を用いた以外は、前記実施例1と同様にしてグリーンシートを圧着し、積層体を得た。

【0066】曲線パターン12Bの形状は、 $1/6$ 円弧であり、 $A1/A2$ が $1.90$ であり、 $(A1+A2)/A0$ が $0.14$ であった。また、 $W1/R$ は、 $1/5$ であった。

【0067】その積層体をナイフで切り分け、その断面を観察し、X方向の積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値を評価した。表1に、その結果を示す。積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値

は、 $50\mu\text{m}$ であった。

【0068】比較例2

図2(A)に示す形状のコイルパターン単位2aおよび2bを用いる代わりに、図5(A)に示す形状のコイルパターン単位8aおよび8bを用いた以外は、前記実施例1と同様にしてグリーンシートを圧着し、積層体を得た。

【0069】図5(A)に示す形状のコイルパターン単位8aおよび8bは、それぞれ全体として略L字形であり、線幅 $W1$ が $80\mu\text{m}$ のY方向長辺側線状パターンと、同じ線幅のX方向短辺側線状パターンとを有する。長辺側線状パターンの長さ $L1$ は、 $0.55\text{mm}$ 、短辺側線状パターンの長さ $L2$ は $0.23\text{mm}$ であった。上下に積層されるコイルパターン8a、8bは、接続部6において、スルーホール4を介して接続されて、コイルを構成するようになっている。

【0070】積層体をナイフで切り分け、その断面を観察し、X方向の積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値を評価した。表1に、その結果を示す。積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値は、 $120\mu\text{m}$ であった。

【0071】比較例3

図2(A)に示す形状のコイルパターン単位2aおよび2bを用いる代わりに、図5(B)に示す形状のコイルパターン単位9aおよび9bを用いた以外は、前記実施例1と同様にしてグリーンシートを圧着し、積層体を得た。

【0072】図5(B)に示す形状のコイルパターン単



位9aおよび9bは、それぞれ全体として略U字形であるが、曲線状パターンを有さない。コイルパターン単位9aは、線幅W1が80 $\mu$ mの略平行な二つのY方向長辺側線状パターンと、同じ線幅の1つのX方向短辺側線状パターンとを有する。また、コイルパターン単位9bは、線幅W1が80 $\mu$ mの略平行な二つのX方向短辺側線状パターンと、同じ線幅の1つのY方向長辺側線状パターンとを有する。

【0073】長辺側線状パターンの長さL1は、0.55mm、短辺側線状パターンの長さL2は0.23mmであった。上下に積層されるコイルパターン9a、9bは、接続部6において、スルーホール4を介して接続され、3/4周ずつ回るパターンを重ねて、コイルを構成するようになっている。

【0074】積層体をナイフで切り分け、その断面を観察し、X方向の積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値を評価した。表

1に、その結果を示す。積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値は、100 $\mu$ mであった。

【0075】実施例3

図2(A)に示す形状のコイルパターン単位2aおよび2bにおいて、パターンの線幅W1を、75 $\mu$ mとした以外は、前記実施例1と同様にしてグリーンシートを圧着し、積層体を得た。

【0076】A1/A2が1.68であり、(A1+A2)/A0が0.13であった。また、W1/Rは、1/2であった。

【0077】その積層体をナイフで切り分け、その断面を観察し、X方向の積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値を評価した。表2に、その結果を示す。積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値は、15 $\mu$ mであった。

【0078】

【表2】

表2

	比較例4	実施例3	実施例1	実施例4	実施例5
線幅W1( $\mu$ m)	60	75	90	100	120
A1/A2	1.71	1.68	1.65	1.62	1.55
(A1+A2)/A0	0.11	0.13	0.16	0.17	0.20
W1/R	2/5	1/2	3/5	2/3	4/5
積層ずれ $\Delta Wx$ ( $\mu$ m)	40	15	10	8	6

【0079】実施例4

図2(A)に示す形状のコイルパターン単位2aおよび2bにおいて、パターンの線幅W1を、100 $\mu$ mとした以外は、前記実施例1と同様にしてグリーンシートを圧着し、積層体を得た。

【0080】A1/A2が1.62であり、(A1+A2)/A0が0.17であった。また、W1/Rは、2/3であった。

【0081】その積層体をナイフで切り分け、その断面を観察し、X方向の積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値を評価した。表2に、その結果を示す。積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値は、8 $\mu$ mであった。

【0082】実施例5

図2(A)に示す形状のコイルパターン単位2aおよび2bにおいて、パターンの線幅W1を、120 $\mu$ mとした以外は、前記実施例1と同様にしてグリーンシートを圧着し、積層体を得た。

【0083】A1/A2が1.55であり、(A1+A2)/A0が0.20であった。また、W1/Rは、4/5であった。

【0084】その積層体をナイフで切り分け、その断面を観察し、X方向の積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値を評価した。表2に、その結果を示す。積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値は、6 $\mu$ mであった。

【0085】比較例4

図2(A)に示す形状のコイルパターン単位2aおよび2bにおいて、パターンの線幅W1を、60 $\mu$ mとした以外は、前記実施例1と同様にしてグリーンシートを圧着し、積層体を得た。

【0086】A1/A2が1.71であり、(A1+A2)/A0が0.11であった。また、W1/Rは、2/5であった。

【0087】その積層体をナイフで切り分け、その断面を観察し、X方向の積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値を評価した。表2に、その結果を示す。積層ずれ $\Delta Wx$ の最大値は、40 $\mu$ mであった。

【0088】評価

表1に示すように、実施例1および2と比較例1を比較して分かるように、A1/A2が1.85以下、好ましくは1.75以下の範囲内にある時に、積層ずれが小さくなるのが分かる。なお、A1/A2が1.45よりも小さい場合には、インダクタンスを十分にとれないことから、A1/A2は1.45以上であることが好ましい。

【0089】また、表2に示すように、W1/Rが1/2以上である場合に、積層ずれが小さくなるのが分かる。さらに好ましくは、積層ずれが10 $\mu$ m以下となる3/5以上の比にW1/Rを設定することがよい。

ことが判明した。なお、この被 $W1/R$ が $4/5$ を超える場合には、結果としてコイルの径が小さくなるために所定のインダクタンス特性値に達しなくなる可能性があるため、 $W1/R$ は $4/5$ 以下であることが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は本発明の一実施形態に係るインダクタ素子の一部分解斜視図である。

【図2】 図2 (A) は図1に示すインダクタ素子の内部に積層されるコイルパターン単位の平面図、図2 (B) は図2 AのII B-II B線に沿う要部断面図である。

【図3】 図3 (A) および図3 (B) は本発明の一実施形態に係るインダクタ素子の製造過程に用いるグリーンシートの斜視図である。

【図4】 図4 (A) は本発明の一実施例に係るインダクタ素子の内部に積層されるコイルパターン単位の平面図、図4 (B) は本発明の比較例に係るインダクタ素子の内部に積層されるコイルパターン単位の平面図である。

【図5】 図5 (A) および図5 (B) は、それぞれ本

発明の比較例に係るインダクタ素子の内部に積層されるコイルパターン単位の平面図である。

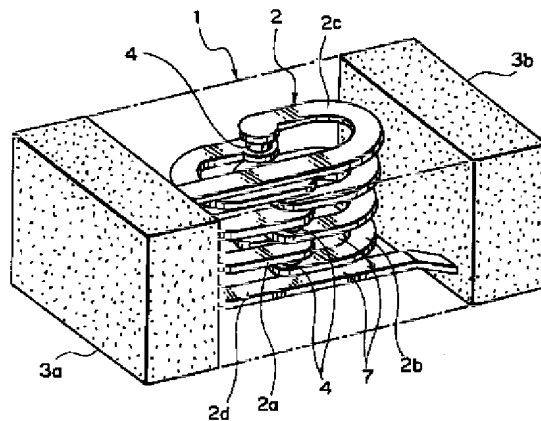
【図6】 図6は本発明の他の実施形態に係るインダクタ素子の一部分解斜視図である。

【符号の説明】

- 1… 素子本体
- 2… コイル
- 2 a, 2 b, 2 c, 2 d… コイルパターン単位
- 3 a, 3 b… 端子電極
- 4… スルーホール
- 6… 接続部
- 7… 絶縁層
- 10… 直線状パターン
- 11… 第1端部
- 12… 曲線状パターン
- 13… 第2端部
- 15… 区画単位
- 17 a, 17 b… グリーンシート
- S1… 区画単位の幅方向を分割する中心線
- S2… 区画単位の長手方向を分割する中心線

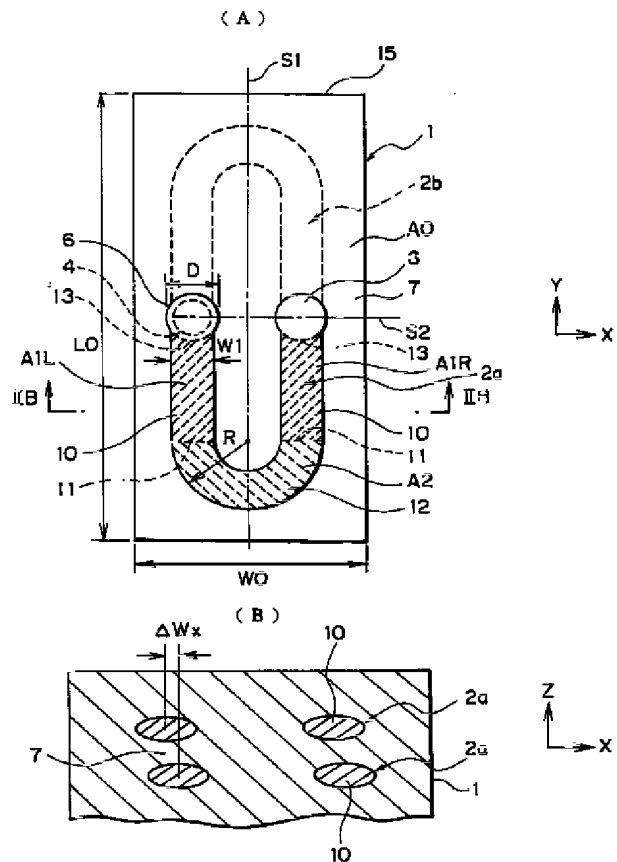
【図1】

図1



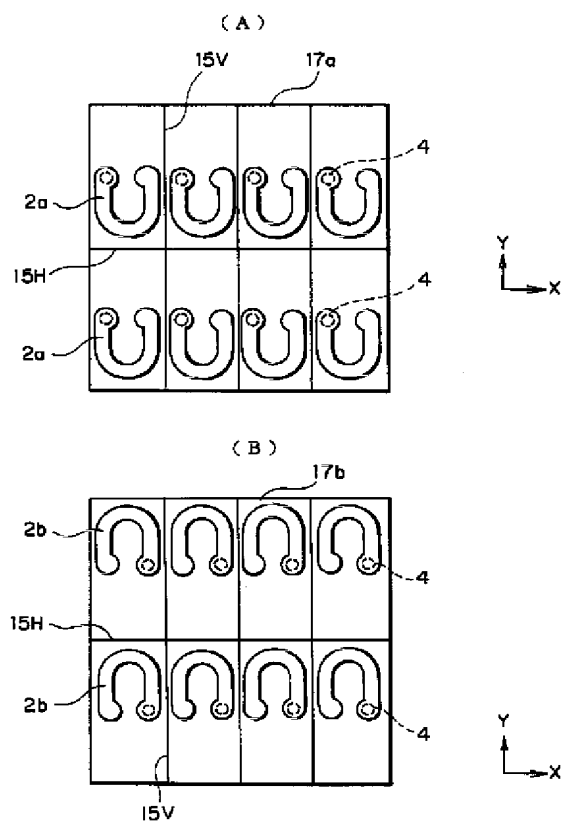
【図2】

図2



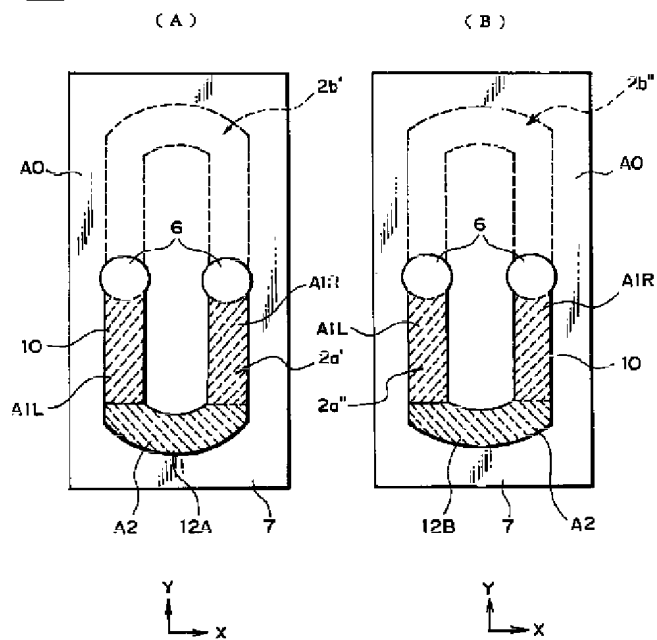
【図3】

図 3



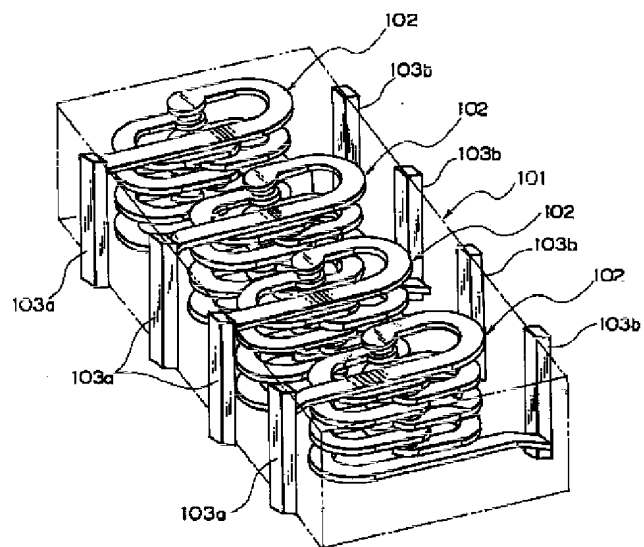
【図4】

図 4



【図6】

図 6



【図5】

図 5

